UNIVERSO

El Sistema Solar

1



UNIVERSO
El Sistema Solar

Edita: RBA Editores, S.A.
Barcelona

Fascículo 1 - Tomo I

Redacción y Administración:
Pérez Galdós, 36
08012 BARCELONA
Telf. (93) 415 73 74

UNIVERSO consta de 23 fascículos y 23 vídeos de aparición quincenal, encuadernables en dos volúmenes: "El sistema solar" (fascículos 1 a 13) y "El espacio en los próximos cien años" (fascículos 14 a 23). Las tapas para su encuadernación se pondrán a la venta a lo largo de la publicación.

El editor se reserva el derecho de modificar el precio de venta de los componentes de la colección en el transcurso de la misma, si las circunstancias del mercado así lo exigieran.

RBA Editores garantiza la publicación de todos los fascículos que componen esta obra.

©1986 Time-Life Books Inc. All rights reserved. Authorized Spanish language edition
©1986 Editorial Planeta, S.A.
©1986 Time-Life Books B.V.
Ottho Heldringstraat 5, 1066 AZ Amsterdam. All rights reserved.

©1992, RBA Editores, S.A. Barcelona, para esta edición. Traducción cedida por Editorial Planeta, S.A.

ISBN Tomo I: 84-473-0101-X
ISBN Obra completa:
84-473-0100-1
Depósito Legal: B.31.085-1992

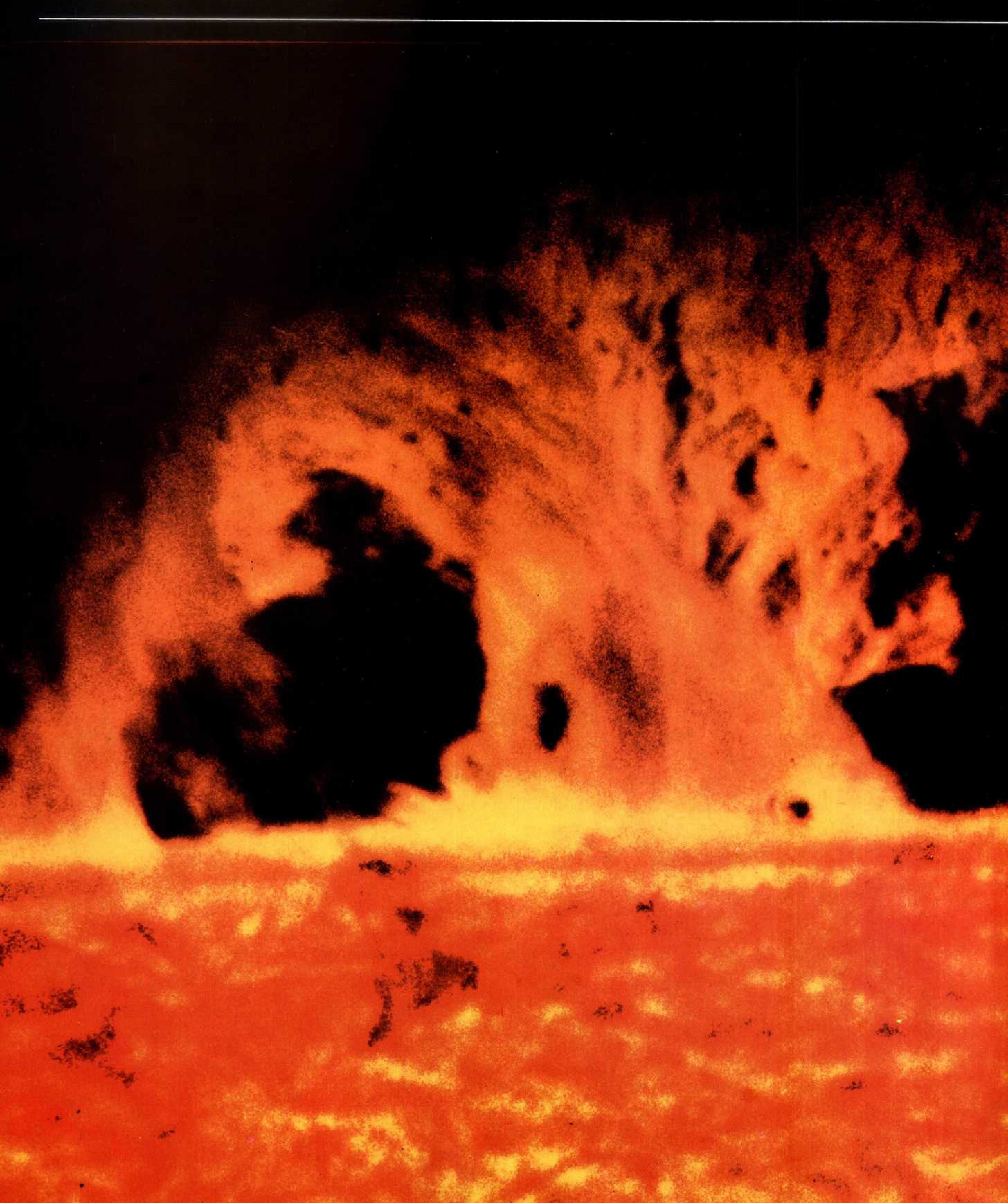
Impresión: CAYFOSA.
Ctra. de Caldes, km. 3
Sta Perpètua de Mogoda
(Barcelona)
Impreso en España - Printed in Spain - 1992

Distribuye para España: Marco Ibérica, Distribución de Ediciones, S.A. Ctra. de Irún, km. 13,350
(Variante de Fuencarral)
28034 MADRID

Pida a su proveedor habitual que le reserve un ejemplar de UNIVERSO. Al comprar la obra cada semana en el mismo kiosco nos permite la distribución a los puntos de venta con mayor precisión, y usted conseguirá un servicio más rápido y eficaz.

Queda absolutamente prohibida la venta de este ejemplar en cualquier país que no sea España.

EL SISTEMA SOLAR




venus
Seneca

LA BÚSQUEDA DE MUNDOS LEJANOS

De pronto, el horror. Algo sobrenatural y aterrador se precipitó violentamente hacia la Tierra, y estalló sobre los pobladores de los bosques de Tunguska, en Siberia. Eran las 7:17 y nadie sabía qué era ni de dónde venía. Sólo se dieron cuenta del horror del momento, del fuerte ruido, de la cegadora luz y del tremendo calor.

Aquella mañana del 30 de junio de 1908, un campesino llamado Semenov se hallaba sentado en las escaleras de la factoría, cuando, según relata: «El cielo se partió en dos y, al norte, muy alto sobre el bosque, pareció que todo se cubría de fuego. La camisa casi se me quemó sobre el cuerpo. En ese momento, se oyó una explosión y un estrépito imponentes.» La onda expansiva arrojó a Semenov de las escaleras y lo dejó inconsciente. Otro testigo, cerca de un río, sintió una explosión y una ola de aire caliente «tan fuerte que arrancó parte de la tierra y levantó una muralla de agua en el río». Un tercer y aterrorizado campesino describió el objeto como «una cosa alargada y en llamas que atravesó el cielo. Era mucho más grande que el Sol, pero menos brillante; por eso se podía mirar directamente. Parecía que tras las llamas quedaba un reguero de polvo. La cosa estaba rodeada de pequeñas humaredas y las llamas dejaban serpentinas azules. El suelo tembló y las ventanas saltaron en pedazos».

Estos testigos fueron afortunados; se hallaban a muchos kilómetros del lugar del desastre. Inmediatamente debajo de la bola de fuego, unas 320.000 hectáreas de bosque se convirtieron en un océano de llamas; la explosión aplastó los árboles, cuyos troncos quedaron apuntando hacia fuera como los radios de una enorme rueda, y 500 renos de una manada perecieron allí achicharrados. La onda expansiva siguió desplazándose y derribó caballos a unos 650 kilómetros de la zona más afectada y, por último, dejó huellas de su violencia en los sismógrafos de todo el planeta. Durante varias noches, los cielos de Europa occidental brillaron con tal intensidad que los londinenses podían leer los diarios vespertinos sin necesidad de luz artificial.

No se produciría una detonación de violencia y calor similares hasta la era de la bomba de hidrógeno. Empero la explosión de Tunguska no dejó cráter ni indicio evidente de lo que había ocurrido; no había trozos de metales raros ni fragmentos de hierro o de piedras desconocidas que pudieran sugerir que un objeto sideral había chocado con la Tierra.

Algunos decenios más tarde, científicos soviéticos comunicaron el hallazgo, en Tunguska, de extraños y diminutos diamantes parecidos a los que suelen encontrarse al analizar los meteoritos que han sobrevivido al impacto con la Tierra. Varios científicos concluyeron que un cometa (especie

En esta ilustración de un manuscrito del siglo XV, un grupo de astrónomos examina una representación del sistema solar. En aquella época se creía que la Tierra era el centro del mundo y que alrededor de ella giraban el Sol, la Luna y los planetas Marte, Mercurio, Venus, Júpiter y Saturno.



El cometa West, trozo de hielo y polvo cósmico de varios kilómetros de diámetro, pasó cerca de la Tierra el 9 de marzo de 1976, dejando una nube de



cristales de hielo de 48 millones de kilómetros de longitud. Luego, el cometa se aproximó al Sol y, finalmente, se alejó del sistema solar.

de sucia bola de nieve cósmica mezclada con otras clases de restos espaciales) había estallado por fricción con la atmósfera y que solamente habían quedado partículas como los diamantes. Además, calcularon que el cometa tendría unos 90 metros de diámetro, pesaba alrededor del millón de toneladas y su velocidad de caída había sido de 110.000 kilómetros por hora.

Si se trataba de un cometa —o del fragmento de uno—, significaba que la Tierra había recibido la visita no de un enemigo extraño, sino de un hermano menor largo tiempo perdido, un hermano gemelo si consideramos la época de su nacimiento. En efecto, muchos astrónomos creen actualmente que el Sol, los planetas y las lunas del sistema solar, al igual que los cometas y demás restos de este rincón del universo, se formaron a partir de la misma materia y en la misma era cósmica, hace unos 4.600 millones de años.

En sus comienzos, el sistema solar era una nube, o nebulosa, de polvo interestelar mezclado con hidrógeno y otros gases, que flotaban en el borde de la Vía Láctea, galaxia formada por unos cien mil millones de estrellas y una de los cien mil millones de galaxias que forman el universo. Por influjo de una fuerza exterior, esta nebulosa comenzó a contraerse, y gracias a la acción de la gravedad en su centro surgió un núcleo cada vez más denso. Como reacción, la inmensa nube empezó a girar con celeridad creciente, se fue aplanando y aumentaron la densidad y el calor del núcleo. Finalmente, al cabo de millones de años, el núcleo entró en ignición, por lo que se transformó en un horno nuclear natural. Ésta es la descripción de cómo se produjo el nacimiento de una pequeña estrella amarilla de aproximadamente 1.390.000 kilómetros de diámetro: el Sol. La estrella de la Vía Lactea más próxima se encuentra a unos 40 billones de kilómetros de distancia.

Dentro de la nebulosa y en zonas alejadas del Sol, la acumulación de gases condensados y de otras partículas cósmicas dio vida a los primitivos planetas, cuya poca densidad carecía de fuerza suficiente para encender un horno nuclear. Dichos cuerpos se dispusieron en órbitas alrededor de la nueva estrella, a distancias que oscilaban entre 58 y 6.000 millones de kilómetros. Sus órbitas se caracterizaban por el maravilloso equilibrio entre la fuerza de gravedad del Sol y su propia fuerza centrífuga; además, todos ellos giraban en torno de su eje a diversas velocidades. De esta manera, el sistema comenzó a desplazarse majestuosamente junto con la Vía Láctea en un viaje periódico de rotación de unos 230 millones de años de duración.

Los planetas cercanos al Sol se convirtieron en cuerpos predominantemente sólidos y rocosos a medida que el calor iba consumiendo gran parte de su contenido gaseoso, el cual era luego expulsado al espacio por el viento de electrones e iones emitidos por el Sol. Los planetas más alejados y sus lunas se hallaban protegidos por la distancia y se estabilizaron como globos gigantescos de gas licuado, quizá con núcleos sólidos y, en algunos casos, con gruesas cortezas de sustancias heladas. En los bordes del nuevo sistema solar flotaban residuos glaciales de la creación del mismo: sucias bolas de nieve como la que, a causa de su órbita o quizá simplemente debido al azar, había estallado sobre Tunguska.

Es probable que en su viaje el cometa siguiera un largo recorrido elíptico por el sistema solar, pasando a diferentes distancias de las maravillosas formas de los restantes miembros de la familia. Entre los más notables de éstos se cuentan los siguientes:

- Saturno: gigante gaseoso de color amarillento y 120.000 kilómetros de diámetro, que es barrido por vientos de 1.600 kilómetros por hora y se



Árboles carbonizados y aplastados cubren el suelo de la remota región de Tunguska, en Siberia, devastada en 1908. La destrucción fue causada por un cuerpo en llamas, probablemente un cometa, que estalló con la fuerza de una bomba atómica de 12 megatones.

halla festoneado por una serie de anillos de impresionante belleza formados de hielo y rocas, algunos de los cuales tienen una anchura de casi un millón de kilómetros y otros apenas 150 metros de espesor.

- Júpiter: monstruo con una masa igual a dos veces y media la de los restantes planetas juntos; cuenta con 16 lunas, y su atmósfera de hidrógeno es recorrida por fantásticas cortinas de relámpagos.
- Marte: bola rojiza y rocosa, con los polos cubiertos de hielo. El árido paisaje, salpicado de dunas arenosas y hendido por un cañón de miles de kilómetros de longitud, está dominado por un volcán de 24 kilómetros de altura y 400 kilómetros de diámetro.
- La Tierra: cuerpo de hermoso color azulado de 12.756 kilómetros de diámetro, templado y húmedo, y de corteza arrugada e inestable. Las tres cuartas partes de su superficie se encuentran cubiertas de agua y en su atmósfera predominan el nitrógeno y el oxígeno. Alberga la única forma de vida conocida del sistema solar.
- Venus: lugar sofocante, cuyas temperaturas ascienden a casi 500 ºC. Está rodeado de una permanente y espesa capa de nubes nacaradas de las que cae una continua lluvia de ácido sulfúrico.
- Mercurio: salpicado por innumerables cráteres, tiene apenas 4.800 kilómetros de diámetro, y su atmósfera ha desaparecido por efecto del Sol. Gira tan lentamente sobre sí mismo que transcurren 176 días terrestres entre un amanecer y el siguiente. Sin embargo, se desplaza tan rápido alrededor del Sol que el año dura sólo 88 días terrestres.

Éstos son sólo algunos de los numerosos y misteriosos aspectos de la Tierra y de los planetas más cercanos a ella, aquellos cuyas brillantes formas los seres humanos han podido distinguir a simple vista desde que osaron contemplar el firmamento. Los demás planetas se encuentran muy lejos del alcance de la vista humana, más allá del cinturón rocoso de asteroides que orbita entre Marte y Júpiter. Se trata de las heladas esferas de Urano y Neptuno, y de Plutón, una pequeña bola de hielo.

Algunos aspectos fascinantes del sistema solar no se han conocido hasta fechas recientes, cuando la ciencia ha permitido salir de la atmósfera y

contemplar el espacio desde el espacio. Otros aspectos eran ya conocidos gracias a la invención y perfeccionamiento del telescopio óptico y, luego, del radiotelescopio. Desde siempre, el hombre, curioso por naturaleza, ha intentado, con cualquier medio disponible, estudiar las estrellas, observar los movimientos de los planetas y, quizá lo más importante de todo, comprender el lugar del planeta Tierra en el gran esquema del universo.

Las primeras referencias de que se tienen noticia sobre el sistema solar son debidas a los sumerios, que vivieron en el Oriente Medio hace 5.000 años. Para ellos, la Tierra era plana, inmóvil y el centro del universo. El cielo parecía una bóveda metálica en la que los dioses movían las estrellas, el Sol y la Luna, y los cinco planetas cercanos. Aunque variaba el tamaño de estos brillantes cuerpos sobrenaturales, parecía que todos se movían casi a la misma distancia de la Tierra. Nada había más allá de la bóveda. Otras civilizaciones antiguas, como la china, la babilonia y la egipcia, también creían que la Tierra era el centro de todo. El cielo en movimiento, incluida la Vía Láctea, era el reino de dioses y demonios que provocaban el cambio de las estaciones, el triunfo y la derrota en las guerras, y que, además, determinaban el curso de la vida en la Tierra.

Sin embargo, a partir del siglo VI a. de J.C., una serie de filósofos griegos comenzó a desmitificar sistemáticamente el misterio infinito del cielo. Uno de ellos, Aristóteles, llegó a la conclusión de que la Tierra debía ser redonda, pues la sombra que proyectaba sobre la Luna durante los eclipses siempre era circular. Otro filósofo, Aristarco, fue mucho más lejos; en realidad, demasiado para los gustos místicos de la época. Este pensador (que vivió entre el año 310 y el 230 a. de J.C.) era un maestro en geometría y, además, un devoto observador del firmamento. Calculó el tamaño de la sombra que la Tierra proyectaba sobre la Luna durante un eclipse, y a continuación, mediante la combinación de razonamientos juiciosos y medidas de ángulos, dedujo que el Sol era mucho mayor que la Tierra y que se hallaba muchísimo más lejos que la Luna.

A partir de esta certeza, Aristarco sacó una conclusión revolucionaria: el Sol —y no la Tierra— era el centro del sistema planetario. En sus estudios determinó que todos los planetas giraban alrededor del Sol (al que audazmente catalogó de estrella) y que la esfera terrestre era un planeta más. Por si fuera poco, pensaba que la Tierra giraba sobre sí misma.

Aristarco expuso estas asombrosas ideas en diversos tratados, de los que sólo uno ha llegado hasta nuestros días. El comentario más antiguo sobre su obra se debe a Arquímedes y dice: «Aristarco publicó un libro que contiene ciertas hipótesis. Según él, las estrellas fijas y el Sol se encuentran inmóviles, la Tierra gira alrededor del Sol describiendo una órbita circular, cuyo centro es ocupado por este último.»

Hiparco, otro astrónomo, estableció su propio observatorio en la isla de Rodas hacia el año 150 a. de J.C. Allí ideó y construyó numerosos instrumentos para medir la relación entre los cuerpos celestes y el tamaño de los más cercanos. Con estos instrumentos —astrolabios y esferas armillares, entre otros— determinó las posiciones y el brillo relativo de 850 estrellas; calculó la distancia entre la Tierra y la Luna con gran precisión (384.395 kilómetros); y elaboró un sistema para predecir las posiciones del Sol y la Luna durante todo el año.

Sin embargo, ninguno de estos hombres alcanzó la fama del último y más notorio filósofo de la Antigüedad, quien, lamentablemente, resultó estar equivocado. Se llamaba Claudio Ptolomeo y vivió en el siglo II de nuestra

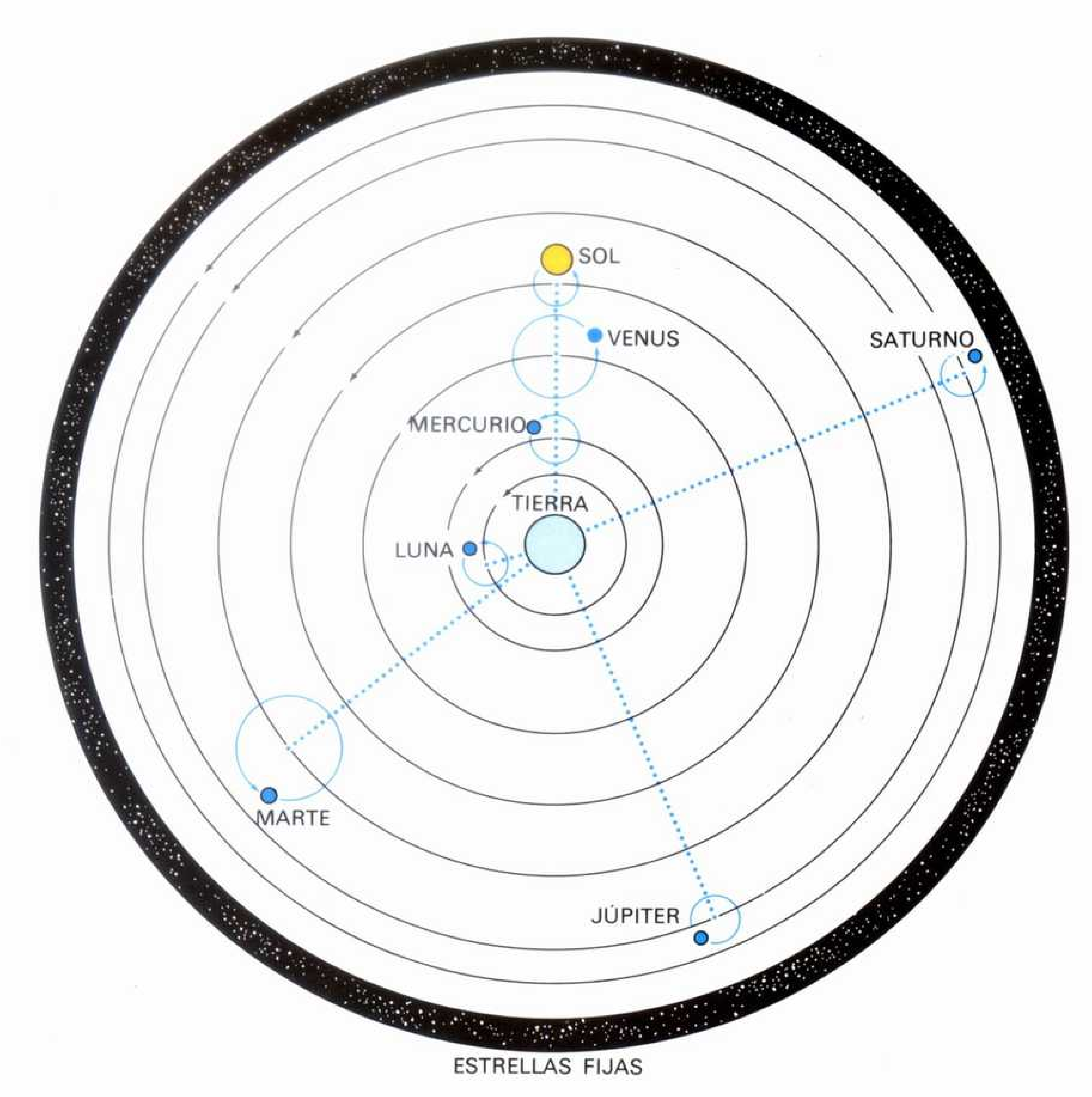
era. Desde muy joven, Ptolomeo se apasionó por el estudio del cielo y solía expresar dicho sentimiento en brillante prosa: «Mortal que soy, sé que he nacido para vivir un día. Pero cuando me deleito en la contemplación de las multitudes de estrellas en su curso circular, mis pies ya no tocan el suelo.»

Buena parte de lo que Ptolomeo y sus contemporáneos exponían sobre el cielo era astrología pura, una síntesis de las creencias de egipcios y babilonios, quienes opinaban que los planetas y las estrellas determinaban los asuntos terrenales, desde el color de la piel de las personas hasta el desenlace de un romance. Ptolomeo rechazó las ideas de Aristarco e insistió en que la Tierra estaba inmóvil en el centro del universo y que todo lo demás se movía alrededor de ella. Después de todo, y según la lógica ptolemaica, si la Tierra giraba, las aves no podían permanecer en las ramas de los árboles.

No obstante, Ptolomeo era un observador infatigable. Dio nombre a las estrellas y constelaciones y registró innumerables observaciones. Con la Tierra como centro, construyó un modelo de universo donde todos los cuerpos se movían en círculos concéntricos cada vez mayores. Al igual que otros de sus contemporáneos, sabía que las estrellas recorrían el cielo nocturno siguiendo trayectorias y pautas idénticas, lo cual no ocurría con los planetas. A veces parecía que éstos incluso retrocedían en el cielo, y Marte efectuaba un movimiento de rizo periódico. Para explicar estas peculiarida-

Enmarcado por los pilares de Stonehenge, el Sol se eleva sobre una roca puntiaguda en el solsticio de verano. Este dato ha llevado a muchos astrónomos a afirmar que Stonehenge, construido hace 4.000 años cerca de Salisbury, Inglaterra, servía de observatorio para calcular las estaciones según los desplazamientos del Sol.







En el siglo II, Ptolomeo dio expresión acabada a la antigua teoría de que el Sol, la Luna y los planetas giraban en círculos perfectos alrededor de la Tierra *(izquierda)* y dentro de una esfera de estrellas fijas. Para explicar las desviaciones de los planetas respecto de las órbitas teóricas, Ptolomeo imaginó que describían pequeños círculos, denominados epiciclos, a la vez que giraban alrededor de la Tierra.

des, Ptolomeo adornó las órbitas circulares de los planetas con epiciclos, pequeñas subórbitas causantes de los movimientos irregulares.

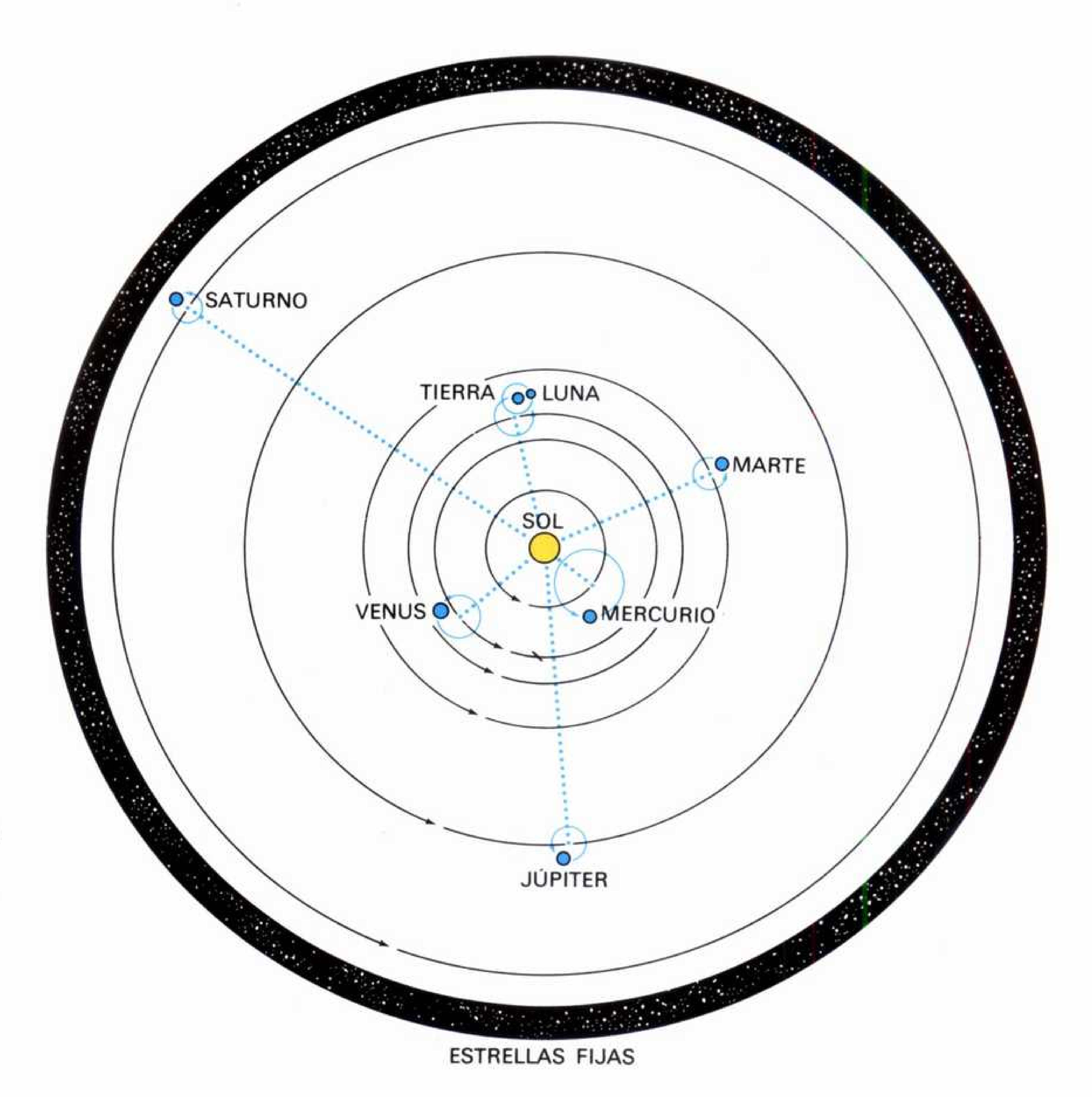
Todo coincidía tan perfectamente con sus observaciones que Ptolomeo pudo predecir con exactitud la posición de los planetas en todo momento. Expuso su concepto del cosmos en 13 tomos que tituló *Almagesto* (o «El más grande»). Esta obra, que resumía los conocimientos astronómicos del pasado, sobrevivió a la decadencia de Grecia y a la destrucción de sus centros culturales. Luego, resistió la caída del Imperio romano y el oscurantismo de la Edad Media, hasta convertirse finalmente en la esencia del dogma de la Iglesia católica sobre la naturaleza del universo: por designio de Dios, la Tierra era el centro inmóvil de todas las cosas, y el cielo —según la definición de Ptolomeo— era la perfección absoluta.

Incluso durante el Renacimiento, período de fermento intelectual, pocos osaron afirmar lo contrario por miedo a la prisión, la tortura, la muerte, o las tres juntas, decididas por los inquisidores del papa. Al final, el desafío provino, precisamente, de un católico llamado Nicolás Copérnico, que vivía en una torre contigua a la catedral de Frauenburg, en Polonia. Miembro de una acaudalada familia de comerciantes, había nacido en 1473, durante la época de florecimiento de la enseñanza y la cultura en Polonia. Estudió en la célebre Universidad de Cracovia, donde, según un sabio de la época, «se enseñan toda clase de disciplinas, como la retórica, la poética, la filosofía y la física. Pero lo que allí más destaca es la astronomía».

En 1496, Copérnico fue a Italia y dedicó una década al estudio del derecho canónico, la medicina y las estrellas. De regreso en su país fue secretario y médico de su tío, el obispo, y formuló ciertas teorías revolucionarias sobre el orden del cielo. «Aunque parezca absurdo —observó—, comencé a pensar en el movimiento de la Tierra.» A los griegos de la



En el siglo XVI, Copérnico desafió la concepción tradicional del sistema solar: desplazó el Sol al centro del mismo y situó la Tierra, junto con la Luna, entre los planetas que giran alrededor de aquél *(derecha)*. Aunque esta teoría era correcta, Copérnico no se dio cuenta de que los planetas describían órbitas elípticas y conservó las extravagantes ideas de Ptolomeo sobre los epiciclos y las órbitas perfectamente circulares.



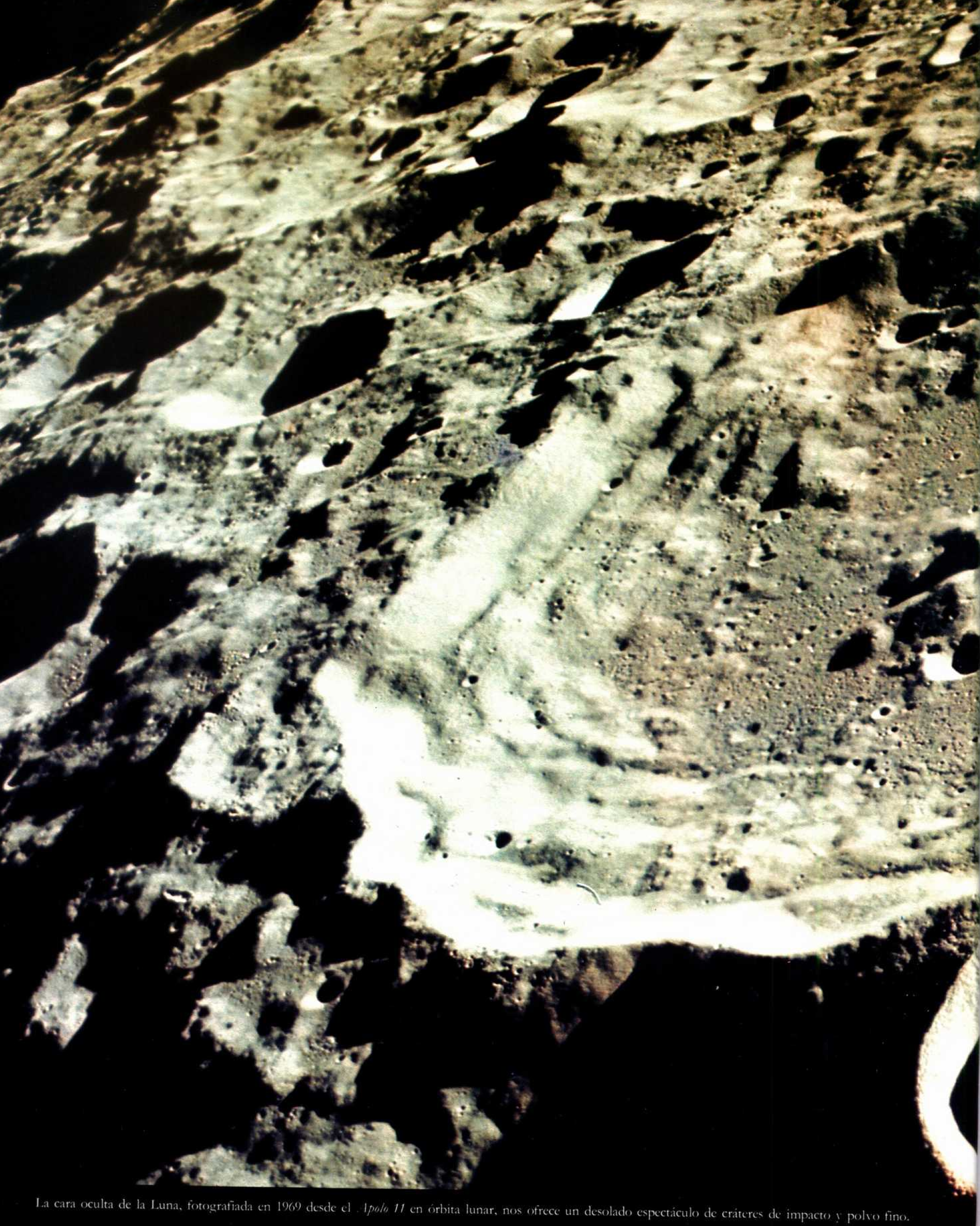
Antigüedad no les hubiera parecido absurda esta idea ni las notas que Copérnico comenzó a escribir. En 1512, se aisló con su creciente montón de anotaciones en la torre de Frauenburg, a la cual llamaba cariñosamente *remotissimo angulo terrae* (el último rincón del mundo).

Veinte años dedicó Copérnico a estudiar el cielo y compilar sus observaciones, y varias veces estuvo a punto de renunciar al empeño. «El temor al menosprecio por la novedad y absurdidad de mis teorías casi me impulsó a abandonar la obra emprendida.» No obstante, siguió luchando hasta terminarla en 1533, pero escondió el manuscrito en su casa y durante los diez años siguientes sólo lo compartió con algunos amigos.

El libro se titulaba *De revolutionibus orbium coelestium (Sobre las revoluciones de las esferas celestes)*. La obra comenzaba con una diplomática dedicatoria al papa Paulo III, en la que hacía humildes alusiones al Santo Padre y a «los divinos movimientos circulares del mundo y el curso de las estrellas».

Una vez expresados sus piadosos propósitos, Copérnico proseguía con el mensaje: «Como si estuviera sentado en un trono real, el Sol gobierna la familia de los planetas que giran alrededor de él.» Y luego volvía a situar la divina Tierra entre los demás planetas, donde Aristarco la había colocado 1.800 años antes, y confirmaba que lo único que giraba en torno de la Tierra era la Luna. Además, la Tierra giraba sobre sí misma, lo cual producía, entre otros fenómenos, la alternancia del día y la noche.

Hasta este punto, *De revolutionibus* era, en realidad, Aristarco resucitado, pese a que la obra bullía de ideas que ningún contemporáneo se animaba a expresar. De hecho, en el manuscrito original de *De revolutionibus* había una nota de Copérnico en la que éste atribuía a Aristarco su concepto del sistema solar. Luego, Copérnico pasaba a determinar la posición de los planetas en el lugar correcto.



La cara oculta de la Luna, fotografiada en 1969 desde el *Apolo 11* en órbita lunar, nos ofrece un desolado espectáculo de cráteres de impacto y polvo fino.





The Doctor

http://thedoctorwho1967.blogspot.com.ar/

http://el1900.blogspot.com.ar/

http://librosrevistasinteresesanexo.blogspot.com.ar/

Con el próximo número:

LA BÚSQUEDA DE LOS AGUJEROS NEGROS

Los quasars son los núcleos de distantes y poderosas galaxias, cientos de veces más luminosas que las normales.
Muchos científicos están convencidos de que sólo una cosa puede generar una energía tan increíble: un inmenso agujero negro, uno de los objetos más extraños del Universo.

